

⑬ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
 INSTITUT NATIONAL  
 DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
 PARIS

⑪ N° de publication : 2 780 751

(à n'utiliser que pour les  
 commandes de reproduction)

⑫ N° d'enregistrement national : 98 08781

⑮ Int Cl<sup>7</sup> : E 21 B 33/127, E 21 B 43/10, 33/14, F 16 L 55/163

⑫

# DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

② Date de dépôt : 06.07.98.

③ Priorité :

④ Date de mise à la disposition du public de la  
 demande : 07.01.00 Bulletin 00/01.

⑤ Liste des documents cités dans le rapport de  
 recherche préliminaire : Se reporter à la fin du  
 présent fascicule

⑥ Références à d'autres documents nationaux  
 apparentés :

⑦ Demandeur(s) : DRILLFLEX Société anonyme — FR.

⑧ Inventeur(s) : CARISEY THIERRY, CORRE PIERRE  
 YVES et SALTÉL JEAN LOUIS.

⑨ Titulaire(s) :

⑩ Mandataire(s) : REGIMBEAU.

⑪ PROCÉDE ET DISPOSITIF DE TUBAGE D'UN PUIT OU D'UNE CANALISATION.

⑫ Le tubage est réalisé au moyen d'une préforme sou-  
 ple en forme de manchon radialement expansible et/ou dé-  
 pliable, par gonflage sous l'effet d'une pression interne, dont  
 la paroi comprend une armature filamentaire (11) noyée  
 dans une résine fluide (7) durcissable in situ par polymé-  
 risation.

Conformément à l'invention, l'injection de la résine dans  
 la paroi se fait également in situ, après mise en place de la  
 préforme à l'intérieur du puits ou de la canalisation (C).



FR 2 780 751 - A1



La présente invention concerne un procédé, ainsi qu'un dispositif, de tubage d'un puits ou d'une canalisation.

Pour le tubage d'un puits de forage pétrolier, ou d'une canalisation, notamment pour le (ou la) consolider ou réparer, il a déjà été proposé des préformes  
5 tubulaires souples, en forme de manchons radialement expansibles, par gonflage sous l'effet d'une pression interne, et durcissables in situ ; de telles préformes sont destinées à être mises en place à l'état radialement replié et/ou non expansé - état dans lequel elles possèdent un encombrement radial faible - puis à être dépliées et/ou expansées radiale-  
10 ment par application d'une pression intérieure, avant d'être durcies in situ, notamment par polymérisation.

Un système de ce type est décrit par exemple dans le document WO 94/25655, selon lequel la paroi de la préforme comprend une armature filamentaire ; cette dernière est formée de fibres tressées, par exemple en carbone ou en verre, le tressage autorisant l'expansion radiale et, corrélativement, la rétraction axiale de  
15 l'ensemble au cours du gonflage.

La résine peut être une résine de type connu, durcissant sous l'effet de la chaleur ou sous l'effet d'une réaction chimique, par mise en contact avec un durcisseur.

Le système qui fait l'objet du document précité est constitué d'un outil intérieur gonflable - appelé matrice -, autour duquel la préforme est initialement fixée. Cet  
20 outil est arrachable. Après gonflage et durcissement de la préforme, qui vient garnir la paroi intérieure du puits ou de la canalisation, et adhérer intimement à cette paroi, l'outil peut être arraché axialement et retiré du puits ou de la canalisation.

Le document FR-B-2 737 533 a pour objet un système analogue perfectionné, dans lequel une série de bagues de contention frangibles permet le gonflage progressif de la préforme, d'une extrémité à l'autre.  
25

Dans les systèmes connus, la résine est incorporée, à l'état fluide, à l'intérieur de la paroi de la préforme dès la fabrication de cette dernière.

Il en résulte un certain nombre d'inconvénients.

En premier lieu, étant observé que la nature de la résine dépend du puits ou  
30 de la canalisation à laquelle la préforme est destinée, chaque préforme doit, au moment de sa fabrication, être adaptée, non seulement sur le plan de ses dimensions, mais aussi sur le plan de la nature de la résine qu'elle contient, au puits ou à la canalisation en question.

Ceci pose naturellement un problème de stockage, de gestion des stocks, et donc de délai d'intervention.

En deuxième lieu, la présence de la résine dans la paroi de la préforme augmente nécessairement les dimensions transversales (diamètre) de la préforme lorsqu'elle se trouve à l'état non gonflé ; ceci va à l'encontre de la recherche d'une bonne compacité, permettant de faire passer la préforme au-travers de restrictions de petit diamètre au moment de sa mise en place.

En troisième lieu, s'agissant d'une résine thermodurcissable, un stockage à température ambiante en une longue période peut entraîner le démarrage de la réticulation. Cet avancement non souhaité de la réticulation peut modifier le comportement de la résine, voire même interdire son utilisation. Pour cela il est nécessaire de conserver le produit dans un conteneur à température contrôlée, y compris durant le transport, ce qui pose bien entendu des problèmes pratiques et de coût de revient.

La présente invention se propose de résoudre ces difficultés.

Pour cela, l'idée à la base de cette invention est de dissocier la résine de la paroi de la préforme, au moment de sa fabrication, l'incorporation de la résine dans la paroi se faisant seulement sur le site, après que la préforme ait été introduite et positionnée dans le puits ou la canalisation, en utilisant la pression absolue du puits (ou de la canalisation) pour faire migrer la résine dans la préforme et éviter toute formation de bulle d'air.

L'invention s'adresse à une préforme en forme de manchon souple et radialement expansible et/ou dépliable, du type rappelé plus haut, dont la paroi comprend une armature filamenteuse.

Le procédé selon l'invention consiste à injecter la résine à l'intérieur de la paroi, de telle sorte qu'elle vienne noyer la préforme, après mise en place de cette dernière à l'intérieur du puits, de préférence après gonflage et/ou dépliement de la préforme.

Le dispositif qui fait l'objet de l'invention est remarquable en ce qu'il comporte au moins un réservoir contenant une résine fluide durcissable par polymérisation, des moyens étant prévus qui permettent d'injecter in situ cette résine dans ladite paroi pour en imprégner l'armature filamenteuse.

Par ailleurs, selon un certain nombre de caractéristiques additionnelles, non limitatives de l'invention :

- lesdits moyens d'injection de la résine comprennent un piston refouleur ;
- lesdits moyens d'injection de la résine comprennent une pompe ;
- le dispositif comporte un outil dilataleur extractible autour duquel est fixée la préforme ;

- l'armature filamenteuse comprend des fibres textiles ou métalliques, par exemple des fibres de carbone ou de verre ;

- ladite pompe est adaptée pour prélever dans le puits ou la canalisation le liquide ambiant pour actionner ledit piston, via un conduit qui est pourvu d'un clapet anti-retour ;

- ladite résine est thermodurcissable.

Dans une variante du dispositif, celui-ci possède un réservoir qui comporte deux compartiments contenant respectivement une résine durcissable par réaction chimique et un durcisseur ou catalyseur auquel réagit cette résine, des moyens permettant l'injection simultanée de ces deux composants dans la paroi de la préforme.

Selon une caractéristique additionnelle de l'invention, le réservoir - qu'il possède un ou plusieurs compartiments - est indépendant de la préforme et de son système de gonflage, des moyens de connexion permettant leur assemblage mutuel avant introduction dans le puits ou la canalisation.

Selon une autre caractéristique, il est prévu au moins une soupape, à travers laquelle se fait l'injection de la résine. Sa fonction est de réguler la pression différentielle entre l'armature filamenteuse et l'intérieur du puits ou de la canalisation

Dans le cas où on a affaire à un outil dilateur extractible, ledit réservoir avantageusement, est fixé à cet outil, de sorte qu'il est également retiré en même temps que ce dernier en fin d'opération.

De préférence ce réservoir a une forme générale tubulaire, et il est fixé coaxialement à l'une des extrémités de l'outil dilateur.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront de la description et des dessins annexés qui en représentent à titre d'exemple non limitatif, un mode de réalisation préféré. Sur les dessins :

- la figure 1 est une vue générale schématique d'un dispositif conforme à l'invention ;

- la figure 2 représente la préforme et son outil dilateur, la partie supérieure de la figure étant représentée en coupe axiale et la partie inférieure étant représentée "épluchée" ;

- la figure 3 est une section transversale correspondant au plan de coupe III-III de la figure 5 ;

- la figure 4 est une vue en coupe axiale montrant le dispositif introduit dans une canalisation, en vis-à-vis d'une portion de cette dernière qui possède une paroi détériorée, par exemple percée, et qu'on souhaite tuber ;

- la figure 5 est une vue en coupe axiale de la portion d'extrémité distale - en l'occurrence l'extrémité basse - du dispositif ;

- les figures 6 à 9 sont des vues similaires à la figure 4, qui montrent les différentes étapes du processus de tubage ;

5       - la figure 10 est une vue schématique en coupe axiale similaire à la figure 5, qui montre une variante du dispositif, possédant un réservoir à deux compartiments.

Le dispositif 1 illustré sur les figures 1 à 5 comprend une préforme 1 solidaire d'un outil dilateur 10, qu'elle entoure.

10       On a désigné par les références 10a et 10b les portions d'extrémités tronconique de l'outil. Cet outil est un manchon tubulaire à membrane souple et élastique contenant un canal central longitudinal 100 dans lequel il est possible d'introduire un fluide sous pression, soit depuis la tête de puits, soit par pompage du liquide présent dans le puits ou la canalisation.

15       La paroi de la préforme est constituée de deux couches tubulaires concentriques 11, 12. La couche extérieure 12 est une peau externe en matériau élastomère élastique. La couche 11, emprisonnée entre la couche extérieure 12 et l'outil 10 - qui constitue en quelque sorte la peau interne - est par exemple un tressage de fibres de carbone.

20       On a désigné par la référence 2 l'outil de pose ; cet outil contient les différents instruments électroniques de contrôle de l'opération et, le cas échéant, la pompe de gonflage de l'outil dilateur.

Cet outil est fixé à la portion d'extrémité proximale 10a du dispositif - en l'occurrence son extrémité haute si on a affaire à un puits ou une canalisation de direction verticale, ou ayant une composante verticale -.

25       De manière bien connue, l'ensemble du dispositif est suspendu à une tige 20 ; il s'agit d'une tige tubulaire destinée à être reliée à un appareillage situé en tête de puits qui permet d'introduire et de faire descendre l'ensemble dans le puits ou la canalisation et de les remonter à l'exception de la préforme en fin d'opération. La tige tubulaire 20 contient les différents conducteurs électriques et éventuellement conduits de fluide appropriés qui permettent la liaison du dispositif avec la tête de puits.

30       L'extrémité distale 10b est reliée de manière amovible à un réservoir tubulaire 3 à l'intérieur duquel peut coulisser axialement un piston 4.

35       Le réservoir 3 se prolonge vers le bas par un organe de liaison 6 auquel est fixée une pompe 5. Il s'agit d'une pompe électrique connectée par des conducteurs, non représentés, qui peuvent passer à travers le corps de l'outil 10, à l'outil de pose 2.

La pompe 5 est adaptée pour prélever à l'intérieur du puits ou de la canalisation le liquide ambiant - par exemple de l'eau ou du pétrole - pour le refouler dans le réservoir 3, en-dessous du piston 4, via un canal longitudinal 60 formé dans l'organe 6.

5 Le canal 60 communique avec l'extérieur par un clapet anti-retour 61 ; celui-ci est orienté de manière à permettre le passage du fluide présent dans le puits ou la canalisation vers le canal 60 si la pression extérieure est supérieure à la pression régnant dans ce canal ; il ne permet pas, en revanche, l'échappement du fluide du canal 60 vers l'extérieur.

10 Sur la figure 5 on a désigné par la référence 40 des joints d'étanchéité annulaires entourant le piston 4 ; ils autorisent le coulisement axial étanche du piston à l'intérieur de la paroi cylindrique 30 du réservoir 3.

15 Sur cette même figure, on notera la présence d'un collier de serrage 16, qui assure la retenue du réservoir 3, et des éléments 6 et 5 dont il est solidaire, à l'extrémité du dispositif 1.

On a désigné par la référence 31 la partie supérieure du réservoir 3. Celle-ci possède une portion d'extrémité 310 qui est emmanchée à force dans un renforcement de paroi 10c formé à l'extrémité basse de l'outil dilateur 10 ; cette liaison est confortée par la présence du collier 16 précité.

20 La partie 31 bouche hermétiquement l'extrémité inférieure du canal central 100 de l'outil. Cette partie 31 est percée par des canaux longitudinaux 32. En vis-à-vis de chacun des canaux 32 - dont l'un seulement est visible sur la figure 5 - la paroi de l'outil 10 est percée d'un canal similaire 14 qui se prolonge par une gorge 15 - visible sur la figure 3 - bordant axialement la couche fibreuse annulaire 11.

25 Dans l'exemple illustré il est prévu trois ensembles de canaux 32, 14 et de gorges 15, régulièrement répartis à 120°. Un nombre différent peut naturellement être prévu. Ces passages permettent d'alimenter en résine la couche 11 à partir du réservoir 3 et de répartir convenablement la résine au sein de la couche 11 de manière à bien en imprégner l'armature filamenteuse constitutive de cette couche.

30 Les canaux 32 sont pourvus d'une soupape antiretour 320 à tarage réglable, qui autorise l'échappement contrôlé de la résine hors du réservoir, et interdit un passage en sens inverse.

Comme le montre plus particulièrement la figure 1, les parties 2, 1, 3, 6 et 5 prolongent coaxialement, vers le bas, la tige tubulaire 20, ceci sous une dimension

transversale faible, la plus grande dimension transversale correspondant au diamètre de la partie 1.

Ce diamètre est bien entendu fonction du diamètre du puits ou de la canalisation à tuber.

- 5           A titre indicatif, s'il s'agit d'une canalisation ayant un diamètre de 160 mm, le diamètre initial de la partie 1, à l'état dégonflé est par exemple de l'ordre de 60 à 100 mm.

La longueur de la partie 1 dépend de la longueur de la zone à tuber.

- 10           Toujours à titre indicatif, cette longueur est comprise entre quelques mètres et quelques dizaines de mètres.

Initialement, le dispositif 1 est fabriqué et livré déconnecté du réservoir 3.

La structure 11 n'est donc pas imprégnée de résine. Elle se trouve à la pression atmosphérique.

- 15           Le réservoir contient initialement la dose voulue de résine 7, à l'état fluide. Il s'agit par exemple d'une résine polymérisable à chaud. Le piston 4 se trouve dans sa position basse en appui contre l'élément 6 (position de la figure 5).

Il est donc possible, en fonction des commandes et des besoins, d'associer à un dispositif 1 différents réservoirs contenant des résines de nature et/ou de volume différents.

- 20           Le réservoir 3 peut être conservé à l'abri de la chaleur, dans un conteneur approprié thermiquement isolé, voir réfrigéré ; en revanche, l'ensemble constitué par la préforme et l'outil dilateur peut être conservé à température ambiante.

- 25           La connexion du réservoir 3 (et des éléments 6 et 5 dont il est solidaire) à l'extrémité distale du dispositif 1 se fait sur le site, avant mise en place de la préforme dans le puits ou dans la canalisation, ceci après emboîtement de la partie 31 dans la partie 10 et mise en place du collier 16.

Dans l'exemple illustré, il s'agit de tuber une canalisation cylindrique verticale C dont une zone Z est détériorée (voir figure 4).

- 30           On commence par introduire et faire descendre l'ensemble dans la canalisation C, en correspondance avec la zone Z.

Généralement, un liquide est présent à l'intérieur de la canalisation, par exemple du pétrole, s'il s'agit d'une canalisation pétrolière.

Par suite du différentiel de pression négative qui règne entre la couche fibreuse 11 et ce liquide, ce dernier peut pénétrer via le clapet anti-retour 61 dans le canal

60 et repousser le piston 4 vers le haut, chassant une certaine quantité de résine à l'intérieur de la couche 11 par les canaux 14 et les gorges 15.

Cet apport initial de résine, sous l'effet de la pression ambiante, est généralement compris entre 0 et 30% du volume de résine 7 initialement contenu dans le réservoir.

Ce volume est fonction de la valeur de tarage des soupapes 320 ainsi que de la structure de l'armature 11.

Il convient de noter que lors de l'introduction du dispositif dans la canalisation, et pendant la descente, la pression du liquide qui s'y trouve augmente, ce qui crée un différentiel de pression croissant entre la structure et le liquide. Ce différentiel négatif est maintenu via la soupape 320.

On opère ensuite le gonflage de la préforme, de manière connue, par amenée d'un fluide sous pression P à l'intérieur du canal 100.

L'outil ou la préforme sont avantageusement munis de bagues frangibles comme cela est enseigné par le FR-B-2 737 533 précité. Ainsi le gonflage se fait progressivement du bas vers le haut de la préforme (comparer les figures 6 et 7).

De préférence, des reliefs résultant de rainures annulaires 120 prévues dans les portions d'extrémité de la peau externe 12 assurent un bon ancrage de la préforme contre la paroi interne de la canalisation C pendant le gonflage.

Bien entendu, par suite de ce gonflage, on observe une rétraction de la préforme dans la direction axiale (raccourcissement).

L'injection de résine se fait à la fin du gonflage.

Pour cela, on met en marche la pompe 5 (via un système de commande incorporé dans la partie 2). Celle-ci prélève le liquide ambiant présent dans la canalisation C, et la refoule dans le réservoir 3, sous le piston 4.

Ce dernier est donc repoussé vers le haut (flèche F, figure 7), refoulant à son tour la totalité de la résine 7 dans la couche fibreuse 11.

Le durcissement de la résine peut alors s'opérer, par apport de chaleur.

Comme expliqué dans le WO 94/25655, ce chauffage peut se faire notamment par effet Joule, certains des fils constituant le tressage de la couche 11 étant des fils chauffants qui sont alimentés en énergie électrique à partir de l'outil de contrôle 2.

Une fois terminé le durcissement, on dégonfle l'outil, et on l'extrait de la préforme durcie, qui reste adhérent à la canalisation C, comme cela a été décrit dans le document déjà cité.



Le réservoir de la figure 10 se distingue essentiellement de celui qui vient d'être décrit par le fait qu'il comporte deux compartiments parallèles 34a, 34b, contenant chacun un piston mobile 4a, respectivement 4b.

5 Le réservoir 34a contient une résine 7a dont le durcissement s'opère par réaction chimique lorsqu'elle est mélangée à un composant réactif (durcisseur ou catalyseur) 7b contenu dans le réservoir 34b.

10 Le canal 60 reliant la pompe 5 au réservoir 3 présente une bifurcation dont les branches 60a, 60b sont associées, respectivement, aux pistons 4a, 4b ; les canaux de sortie 32a, 32b de chaque réservoir se rejoignent pour former le canal de sortie 32 qui se raccorde au canal 14 précité.

On comprend ainsi que lorsque les pistons 4a et 4b sont déplacés vers le haut sous l'effet du liquide provenant du clapet 61 ou de la pompe 5, ils refoulent simultanément la résine et le durcisseur, le mélange de ces deux composants étant distribué dans la couche 11 pour imprégner l'armature filamenteuse.

15 Le durcissement s'opère donc après injection de ces deux composants. La réaction peut être activée par un apport de chaleur fourni par l'outil de pose, ou par la seule température du puits.

20 En revanche tant que les deux composants sont isolés dans leur compartiment respectif, il n'y a aucun risque de réaction mutuelle et, par conséquent, il ne se pose pas de problème lié au vieillissement de la résine, ni au stockage du réservoir.

On ne sortirait pas du cadre de l'invention en prévoyant un dispositif équipé d'une pompe apte à servir à la fois au gonflage de la préforme et à l'injection de la résine.

25 Par ailleurs, il serait possible de fixer le réservoir à l'extrémité proximale, c'est-à-dire en partie supérieure de la préforme, et non à son extrémité distale.

Enfin, dans le cas d'une résine thermodurcissable, il n'est pas toujours nécessaire que le dispositif comporte des moyens de chauffage ; dans certains cas c'est la température du puits elle-même qui suffit pour opérer la polymérisation.

**REVENDICATIONS**

1 . Procédé de tubage d'un puits ou d'une canalisation (C) au moyen d'une préforme en forme de manchon souple et radialement expansible et/ou dépliable, par gonflage sous l'effet d'une pression interne (P), et dont la paroi comprend une armature filamenteuse (11) noyée dans une résine fluide (7) durcissable in situ par polymérisation, caractérisé par le fait qu'on injecte cette résine (7) dans ladite paroi également in situ, après mise en place de la préforme à l'intérieur du puits ou de la canalisation (C).

2 . Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'on injecte la résine après gonflage et/ou dépliage de la préforme.

3 . Dispositif de tubage d'un puits ou d'une canalisation (C) au moyen d'une préforme en forme de manchon souple et radialement expansible, gonflable sous l'effet d'une pression interne (P), et dont la paroi comprend une armature filamenteuse (11), caractérisé par le fait qu'il comporte au moins un réservoir (3) contenant une résine fluide (7) durcissable par polymérisation, des moyens (32 ; 14) étant prévus qui permettent d'injecter in situ cette résine (7) dans ladite paroi pour en imprégner l'armature filamenteuse (7).

4 . Dispositif selon la revendication 3, caractérisé par le fait que lesdits moyens d'injection de la résine (7) comprennent un piston refouleur (4).

5 . Dispositif selon l'une des revendications 3 ou 4, caractérisé par le fait que lesdits moyens d'injection de la résine comprennent une pompe (5).

6 . Dispositif selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé par le fait qu'il comporte un outil dilateur extractible (10) autour duquel est fixée la préforme.

7 . Dispositif selon l'une des revendications 3 à 6, caractérisé par le fait que l'armature filamenteuse (11) comprend des fibres textiles ou métalliques.

8 . Dispositif selon les revendications 4 et 5 prises en combinaison, caractérisé par le fait que ladite pompe (5) est adaptée pour prélever dans le puits ou la canalisation le liquide ambiant et pour actionner ledit piston (4), via un conduit (60) qui est pourvu d'un clapet antiretour (61).

9 . Dispositif selon l'une des revendications 3 à 8, caractérisé par le fait que ladite résine est thermodurcissable.

10 . Dispositif selon l'une des revendications 3 à 8, caractérisé par le fait que ledit réservoir (3) comporte deux compartiments (34a, 34b) contenant respectivement une résine (7a) durcissable par réaction chimique et un durcisseur ou catalyseur (7b)

auquel réagit cette résine, des moyens (5 ; 4a ; 4b ; 32a, 32b ; 32 ; 14) permettant l'injection simultanée de ces deux composants dans la paroi de la préforme.

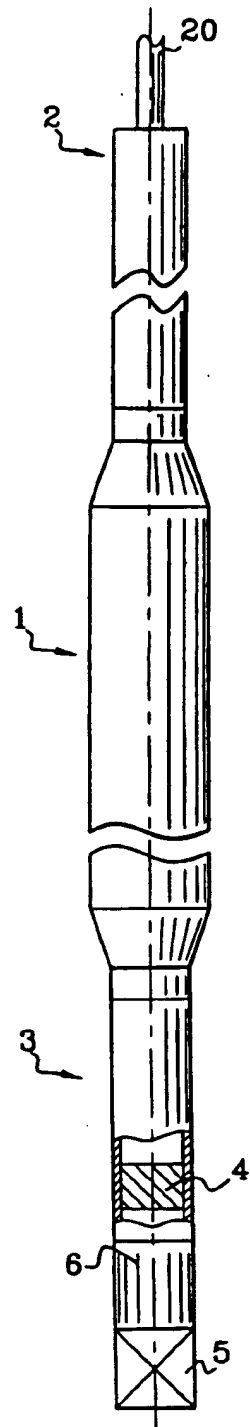
- 5 1 1. Dispositif selon l'une des revendications 3 à 8, caractérisé par le fait que le réservoir (3) est indépendant de la préforme et de son système de gonflage, des moyens de connexion (31, 10C, 16) permettant leur assemblage mutuel avant introduction dans le puits ou la canalisation (C).

1 2. Dispositif selon l'une des revendications 3 à 8, caractérisé par le fait qu'il comporte au moins une soupape (320) à travers laquelle se fait l'injection de la résine.

- 10 1 3. Dispositif selon les revendications 6 et 11 prises en combinaison, caractérisé par le fait que ledit réservoir (3) est fixé audit outil dilateur extractible (10).

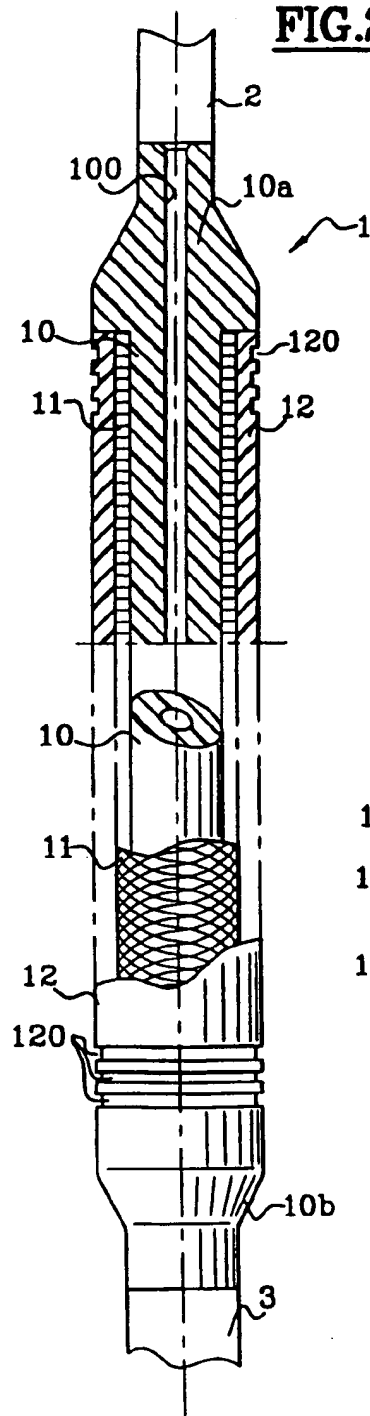
1 4. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé par le fait que ledit réservoir (3) a une forme générale tubulaire, et est fixé coaxialement à l'une des extrémités de l'outil (10).

**FIG.1**

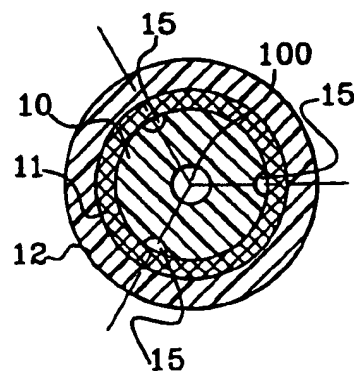


1/5

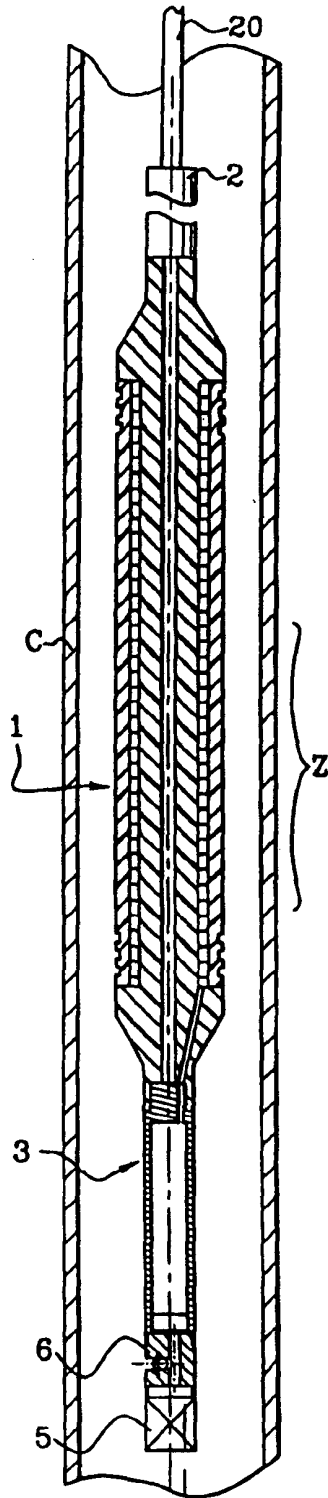
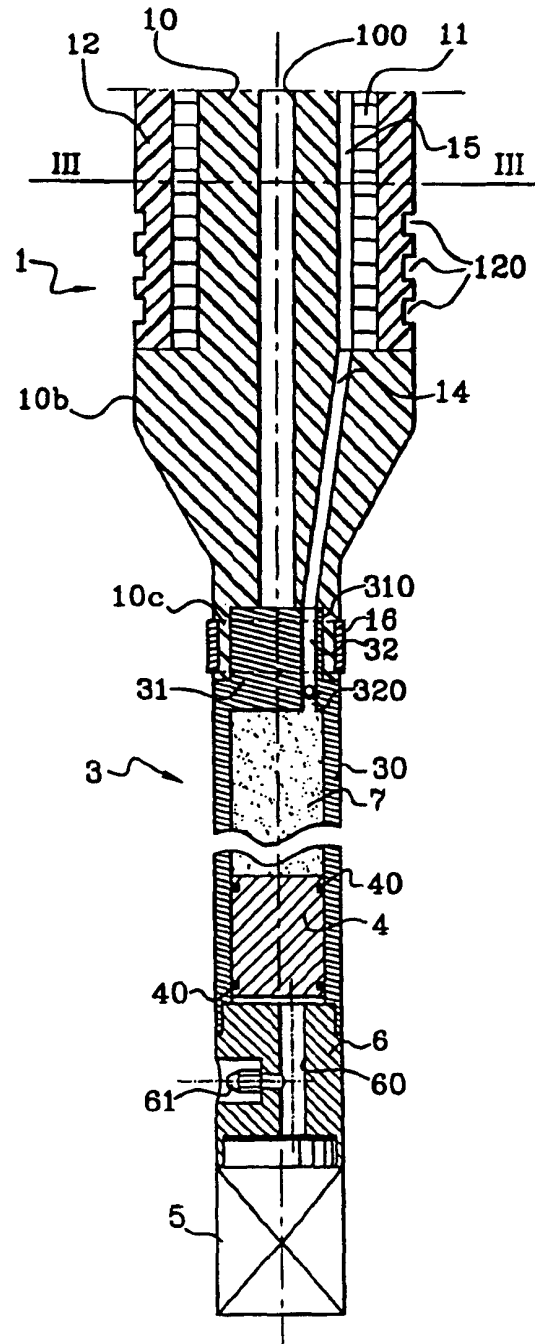
**FIG.2**

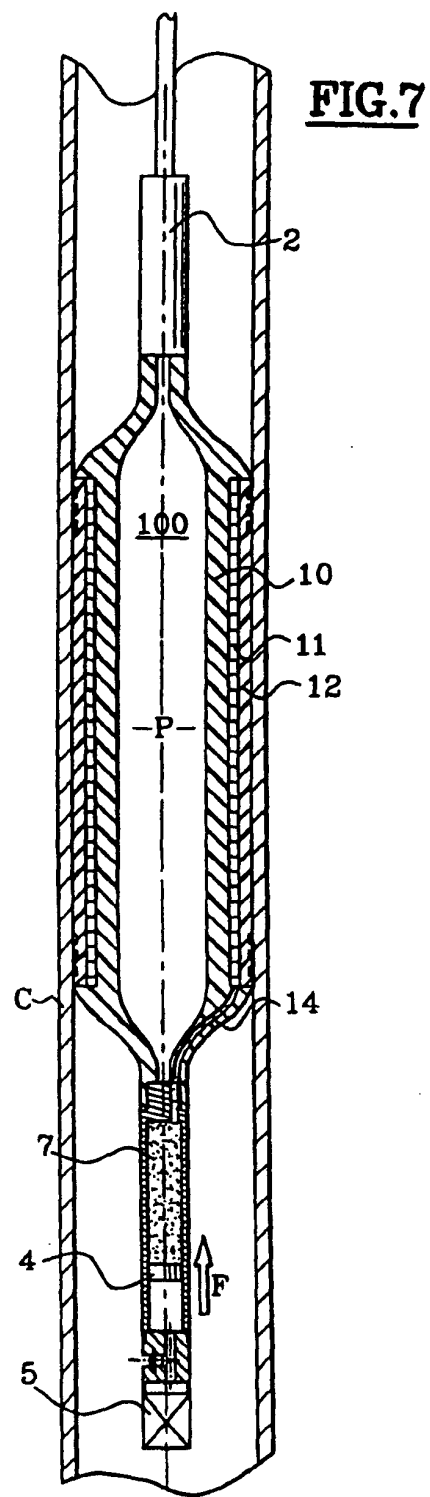
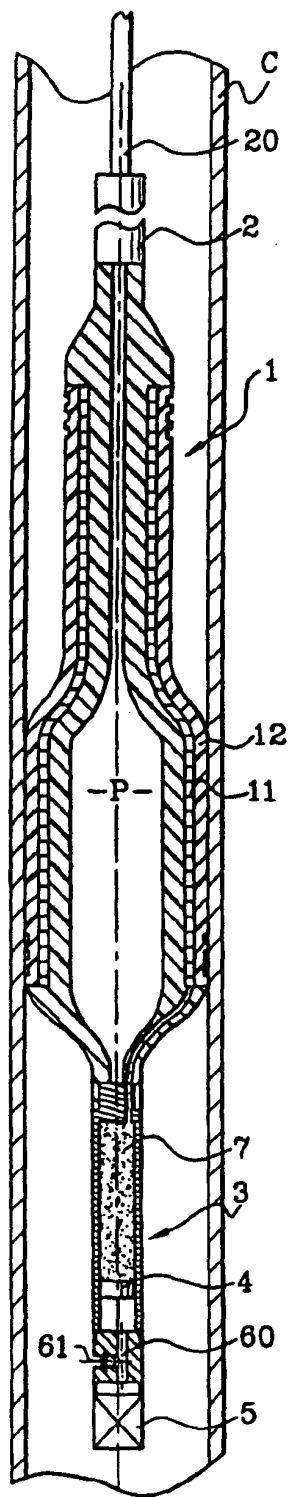


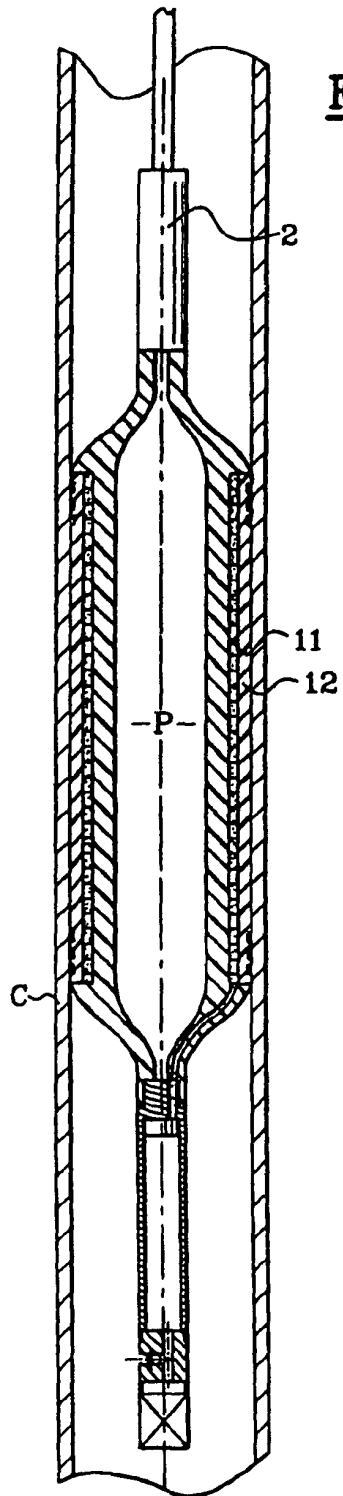
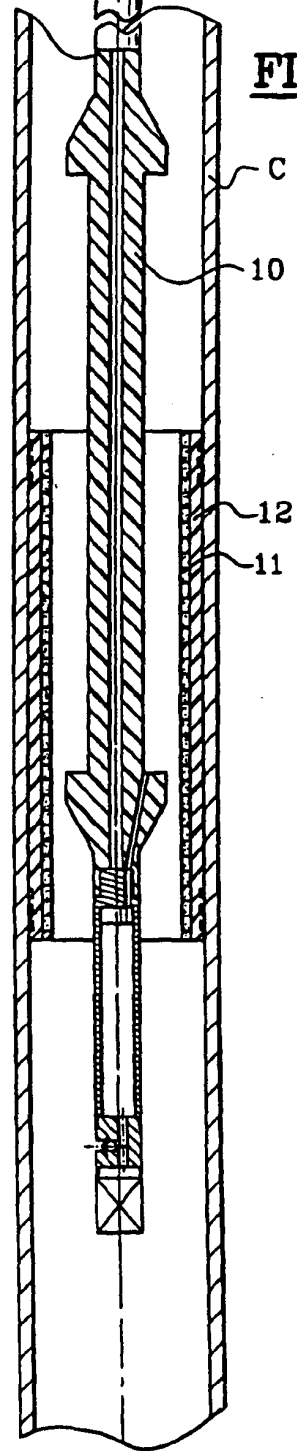
**FIG.3**

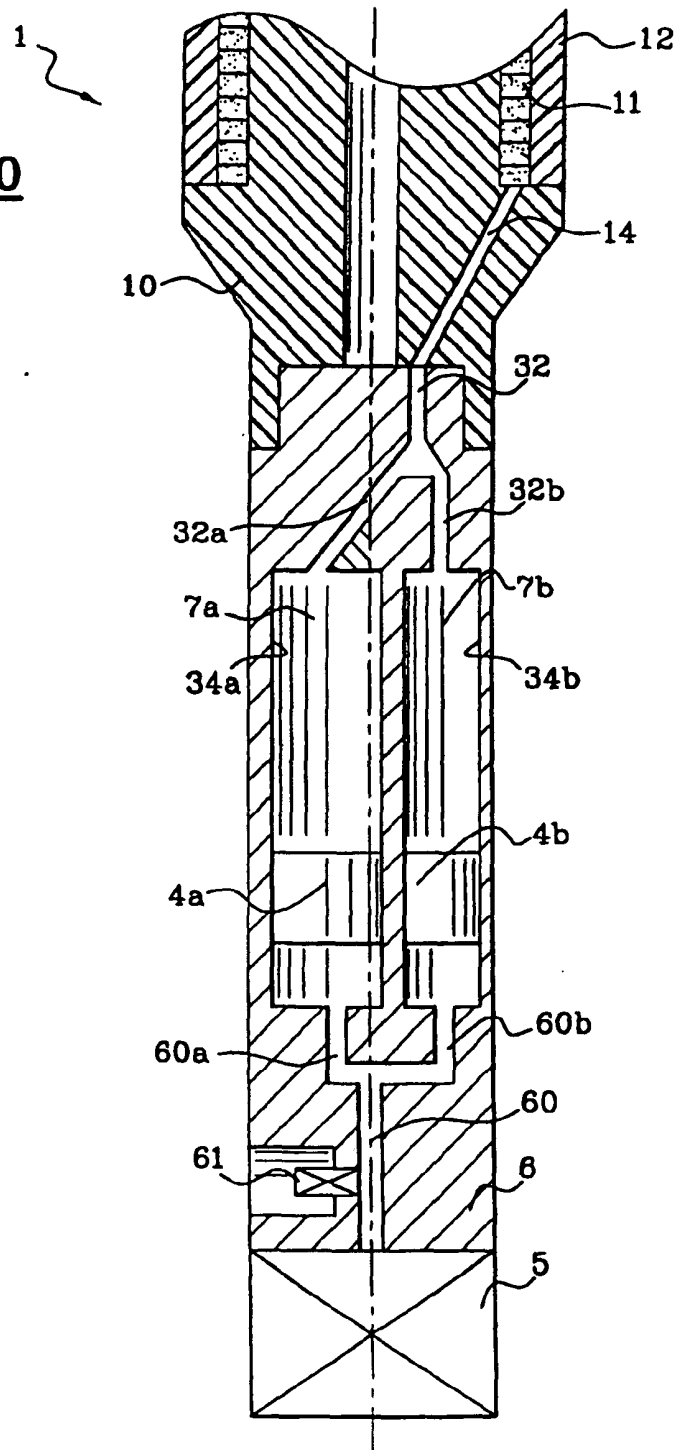


2/5

**FIG.4****FIG.5**



**FIG.8****FIG.9**

**FIG.10**



REPUBLIQUE FRANÇAISE

2780751

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 559580  
FR 9808781

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS  |  | Revendications<br>concernées<br>de la demande<br>examinée |
|--|--|---|
| Catégorie  | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes   |   |
| X  | WO 96 01937 A (DRILLFLEX ;SALTEL JEAN<br>LOUIS (FR); SIGNORI FREDERIC (FR))<br>25 janvier 1996<br>* page 5, ligne 1-3 *<br>* page 5, ligne 7-10 *<br>* page 6, ligne 1-9 *<br>* figures 5,6 *  | 1,3,9   |
| A  | WO 94 25655 A (DRILLFLEX ;BERTET ERIC<br>(FR); GUEGUEN JEAN MARIE (FR); SALTEL<br>JEAN) 10 novembre 1994<br>* le document en entier *  | 1,3   |
| A  | WO 96 21083 A (SALTEL JEAN LOUIS<br>;DRILLFLEX (FR); LEIGHTON JAMES (FR))<br>11 juillet 1996<br>* le document en entier *  | 1,3   |
| A  | FR 2 737 533 A (DRILLFLEX) 7 février 1997<br>* le document en entier *   | 1,3   |
| A  | J.L. SALTEL ET. AL.: "In-Situ<br>Polymerisation of an Inflatable Composite<br>Sleeve to Relieve Damaged Tubing and<br>Shut-Off perforation"<br>OFFSHORE TECHNOLOGY CONFERENCE, HOUSTON<br>TEXAS (SPE 8202), 6 mai 1996, pages<br>487-495, XP002095143<br>* le document en entier * | 1,3   |
|  |  | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHES (Int. CL.4)             |
|  |  | E21B  |
| Date d'achèvement de la recherche  |  | Examinateur   |
| 1 mars 1999  |  | Schouten, A   |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES  |  |   |
| <p>X : particulièrement pertinent à lui seul<br/>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un<br/>autre document de la même catégorie<br/>A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication<br/>ou arrière-plan technologique général<br/>O : divulgation non-écrite<br/>P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br/>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure<br/>à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date<br/>de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br/>D : cité dans la demande<br/>L : cité pour d'autres raisons<br/>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p> |  |   |

1  
EPO FORM 1833 (12/83) (PAC 1)

19. FRENCH REPUBLIC

NATIONAL INSTITUTE  
OF INDUSTRIAL PROPERTY

PARIS

11. Publication No.:

(only to be used when ordering reproductions)

**2 780 751**

21. National Registration No.:

**98 08781**

51. Int Cl<sup>7</sup>: E 21 B 33/127, E 21 B 43/10, 33/14,  
F 16 L 55/163

12.

## APPLICATION FOR PATENT

**A1**

|  |  |
|--|--|
| 22. Date of filing: 07-06-98   | 71. Applicant(s): DRILLFLEX Société anonyme – FR                             |
| 30. Priority:  | 72. Inventor(s): THIERRY CARISEY, PIERRE YVES<br>CORRE and JEAN LOUIS SALTEL |
| 43. Date application made available to the<br>public: 01-07-00 Bulletin 00/01                    | 73. Holder(s):   |
| 56. List of documents cited in the<br>preliminary search report: <i>See end of<br/>this copy</i> | 74. Attorney(s): REGIMBEAU   |
| 60. References to other related national<br>documents:   |  |

### 54. METHOD AND DEVICE FOR CASING A WELL OR A CONDUIT

57. The casing is accomplished by means of a flexible sleeve-shaped preform that is radially expandable and/or unfoldable by inflation under the effect of an internal pressure, the wall of which has a filament reinforcement (11) embedded in a fluid resin (7) that can be cured in situ by polymerization.

According to the invention, the injection of the resin in the wall is also done in situ, after positioning the preform inside the well or conduit (C).

The present invention concerns a method and a device for casing a well or a conduit.

For the casing of an oil well, or a pipe, particularly for strengthening or repairing the oil well or conduit, flexible tubular preforms have already been proposed that are sleeve-shaped, are radially expandable by inflation under the effect of an internal pressure and are curable in situ; such preforms are intended to be positioned in the radially folded and/or unexpanded state – state in which they have a small radial dimension – then unfolded and/or radially expanded by application of an interior pressure before being cured in situ, particularly by polymerization.

A system of this type is described for example in the document WO 94/25655, according to which the wall of the preform has a filament reinforcement; this reinforcing is formed from braided fibers, of carbon or glass for example, the braiding allowing the radial expansion, and correlatively, the axial shortening of the assembly during inflation.

The resin can be a known type of resin, curing under the effect of heat or a chemical reaction, by being placed in contact with a hardener.

The system that is the subject of the above-mentioned document is composed of an inflatable interior tool – called matrix – around which the preform is initially attached. This tool is extractable. After inflation and curing of the preform, the purpose of which is to line and adhere tightly to the interior wall of the well or conduit, the tool can be extracted axially and removed from the well or conduit.

The purpose of document FR-B-2 737 533 is a similar, improved system in which a series of breakable restraining rings makes it possible to inflate the preform progressively from one end to the other.

In known systems, the resin is incorporated, in fluid state, inside the wall of the preform when the preform is manufactured.

This results in a number of disadvantages.

In the first place, because the nature of the resin depends on the well or conduit for which the preform is intended, when each preform is manufactured it must be adapted – not only with respect to its dimensions, but also to the nature of the resin it contains – to the well or conduit in question.

This naturally poses a problem of storage, inventory management, and therefore service response time.

In the second place, the presence of the resin in the wall of the preform necessarily increases the transverse dimensions (diameter) of the preform when it is in its uninflated state. This runs counter to the search for good compactness to allow the preform to pass through restrictions of small diameter when it is being positioned.

5           In the third place, because a heat-setting resin is involved, storage at ambient temperature for a long period of time can cause cross-linking to begin. This undesirable promotion of cross-linking can change the behavior of the resin and can even make it unusable. It is therefore necessary to preserve the product in a temperature-controlled container, including during transport, which obviously poses practical as well as production cost problems.

10           The present invention proposes to resolve these difficulties.

To accomplish this, the basic idea of this invention is to dissociate the resin from the wall of the preform when the preform is being manufactured, the resin only being incorporated into the wall on site after the preform has been inserted and positioned in the well or conduit, by using the absolute pressure of the well (or conduit) to cause the resin to migrate in the preform and prevent the formation of air bubbles.

15           The invention concerns a flexible sleeve-shaped preform that is radially expandable and/or unfoldable, of the type considered above, the wall of which has a filament reinforcement.

The method according to the invention consists of injecting the resin into the interior of the wall so that it floods the preform, after said preform has been positioned inside the well, preferably after the inflation and/or unfolding of the preform.

20           The device according to the invention is noteworthy in that it comprises at least one reservoir containing a fluid resin curable by polymerization, means being provided that enable this resin to be injected in situ into said wall in order to impregnate the filament reinforcement.

Moreover, according to a number of additional, non-limiting characteristics of the invention:

- said means of injecting the resin include an extruder piston;
- 25           – said means of injecting the resin include a pump;
- the device has an extractable expansion tool around which the preform is attached;

– the filament reinforcement is composed of textile or metallic fibers, for example carbon or glass fibers;

– said pump is suitable for withdrawing the ambient liquid in the well or conduit in order to operate said piston, via a duct fitted with a non-return valve;

5       – said resin is heat-setting.

In one variant of the device, it has a reservoir with two compartments containing, respectively, a resin that is curable by chemical reaction, and a hardener or catalyst to which this resin reacts, means enabling the simultaneous injection of these two components into the wall of the preform.

10       According to an additional characteristic of the invention, the reservoir – whether it has one or more compartments – is independent of the preform and its inflation system, connection means making possible their mutual assembly prior to insertion into the well or conduit.

According to another characteristic, it is provided with at least one valve through which the resin is injected. Its function is to regulate the differential pressure between the filament reinforcement and the interior of the well or conduit.

15       When an extractable expansion tool is involved, said reservoir is advantageously attached to this tool so that it is withdrawn at the same time as the tool at the end of the operation.

This reservoir preferably has a generally tubular shape and is coaxially attached to one end of the expansion tool.

20       Other characteristics and advantages of the invention will appear from the description and attached drawings that represent a preferred embodiment thereof, by way of non-limiting example. In the drawings:

– Figure 1 is a diagrammatic general view of a device according to the invention;

– Figure 2 represents the preform and its expansion tool, the upper part of the figure being represented in axial cross section and the lower part being a “layered” representation;

25       – Figure 3 is a transverse cross section corresponding to the cross-sectional plane III-III of Figure 5;

– Figure 4 is an axial cross-sectional view showing the device inserted into a conduit, opposite a portion thereof that has a damaged wall, punctured for example, and is to be cased;

– Figure 5 is an axial cross-sectional view of the distal end portion – in this instance the lower end – of the device;

– Figures 6 to 9 are views similar to Figure 4, showing the different stages of the casing process;

– Figure 10 is a diagrammatic view in axial cross section similar to Figure 5, which shows one  
5 variant of the device having a reservoir with two compartments.

The device 1 illustrated in Figures 1 to 5 is composed of a preform 1 integral with an expansion tool 10, which it surrounds.

References 10a and 10b designate the truncated end portions of the tool. This tool is a tubular sleeve of flexible and elastic membrane containing a central longitudinal channel 100 in which a fluid  
10 under pressure can be introduced, either from the wellhead or by pumping the liquid present in the well or conduit.

The wall of the preform is composed of two concentric tubular layers 11, 12. The outer layer 12 is an external skin made of elastic elastomer material. The layer 11, enclosed between the outer layer 12 and the tool 10 – which constitutes a sort of internal skin – is for example made of braided carbon fibers.

Reference 2 designates the installation tool; this tool contains the various electronic instruments  
15 for controlling the operation and, when applicable, the inflation pump of the expansion tool.

This tool is attached to the proximal end portion 10a of the device – in this instance its upper end, if the well or conduit is vertical or has a vertical component.

In a well known manner, the device's assembly is suspended from a shaft 20. This shaft is tubular  
20 and is intended to be connected to equipment located at the wellhead to insert and lower the assembly into the well or conduit, and to lift it back out, minus the preform, at the end of the operation. The tubular shaft 20 contains the different electrical conductors and possibly appropriate fluid ducts for connecting the device to the wellhead.

The distal end 10b is removably connected to a tubular reservoir 3 inside which a piston 4 can  
25 slide axially.

The reservoir 3 is extended downward by a connection component 6 to which a pump 5 is attached. This is an electric pump connected by wires, not represented, that can pass through the body of the tool 10 to the installation tool 2.

The pump 5 is suitable for removing the ambient liquid – for example water or oil – from the interior of the well or conduit, in order to force it into the reservoir 3, below the piston 4, via a longitudinal channel 60 formed in the component 6.

5 The channel 60 communicates with the outside by a non-return valve 61. This valve is oriented so as to allow the passage of the fluid present in the well or conduit toward the channel 60 if the external pressure exceeds the pressure present in the channel; by contrast, it does not allow the escape of the fluid from the channel 60 to the outside.

In Figure 5 the reference 40 designates annular seal rings around the piston 4. They permit the sealed axial sliding of the piston inside the cylindrical wall 30 of the reservoir 3.

10 In this same figure, the presence will be noted of a clamp 16 that holds the reservoir 3, and the parts 6 and 5 with which it is integral, to the end of the device 1.

The reference 31 designates the upper part of the reservoir 3. This part has an end portion 310 that is force-fitted into a wall recess 10c formed at the lower end of the expansion tool 10; this connection is reinforced by the above-mentioned clamp 16.

15 The part 31 hermetically seals the lower end of the central channel 100 of the tool. This part 31 has longitudinal channels 32 that pass through it. Opposite each of the channels 32 – only one of which is visible in Figure 5 – the wall of the tool 10 has a similar channel 14 passing through it, which channel is extended by a groove 15 – visible in Figure 3 – axially bordering the annular fibrous layer 11.

20 In the example illustrated, three sets of channels 32, 14 and grooves 15, evenly distributed at 120°, are provided. Naturally, a different number can be provided. These passages make it possible to supply the layer 11 with resin from the reservoir 3 and to distribute the resin properly in the layer 11 so as to impregnate the filament reinforcement that comprises this layer.

The channels 32 are provided with an adjustable rate non-return valve 320, which allows the controlled escape of the resin from the reservoir, and prevents passage in the opposite direction.

25 As is shown more particularly in Figure 1, the parts 2, 1, 3, 6 and 5 extend the tubular shaft 20 coaxially downward, with a smaller transverse dimension,

the largest transverse dimension pertaining to the diameter of part 1.

This diameter, of course, is a function of the diameter of the well or conduit to be cased.

By way of example, if a conduit is involved that has a diameter of 160 mm, the initial diameter of the part 1, in deflated state, is for example on the order to 60 to 100 mm.

5        The length of the part 1 depends on the length of the area to be cased.

Again by way of example, this length can be between a few meters and several tens of meters.

Initially the device 1 is manufactured and delivered disconnected from the reservoir 3.

The structure 11 is therefore not impregnated with resin. It is at atmospheric pressure.

10        The reservoir initially contains the desired amount of resin 7, in fluid state. For example, this can be a heat-setting resin. The piston 4 is in its lowered position resting against the component 6 (position as in Figure 5).

It is therefore possible, depending on the orders and needs, to associate different reservoirs with a device 1, these reservoirs containing resins of different type and/or volume.

15        The reservoir 3 can be kept away from heat, in an appropriate thermally-insulated container, or even refrigerated. In contrast, the assembly composed of the preform and the expansion tool can be kept at ambient temperature.

The connection of the reservoir 3 (and of the components 6 and 5 with which it is integral) at the distal end of the device 1 is made on the site, before placing the preform in the well or conduit, after fitting the part 31 into the part 10 and installing the clamp 16.

20        In the example illustrated, a vertical cylindrical conduit C is to be cased, one section Z of which is damaged (see Figure 4).

The assembly is first inserted and lowered into the conduit C until it is aligned with the section Z.

Generally, a liquid is present inside the conduit, oil for example, if it is an oil conduit.

25        As a result of the negative pressure differential between the fibrous layer 11 and this liquid, the liquid can penetrate through the non-return valve 61 into the channel



60 and push the piston 4 upward, forcing a certain amount of resin inside the layer 11 by the channels 14 and the grooves 15.

This initial amount of resin, under the effect of the ambient pressure, is generally between 0 and 30% of the volume of resin 7 initially contained in the reservoir.

5 This volume depends on the rate at which the valves 320 are set, as well as on the structure of the reinforcement 11.

It should be noted that during the insertion of the device into the conduit, and during its descent, the pressure of the liquid contained therein increases, thus creating an increasing pressure differential between the structure and the liquid. This negative differential is maintained via the valve 320.

10 The preform is then inflated, in a known way, by feeding a fluid under pressure **P** into the channel 100.

The tool or the preform are advantageously fitted with breakable rings, as indicated in the above-mentioned FR-B-2 737 533. Thus, the inflation is done progressively from the bottom to the top of the preform (compare Figures 6 and 7).

15 Preferably, bulges resulting from annular grooves 120 made in the lower portions of the outer skin 12 provide a good anchoring of the preform against the inner wall of the conduit **C** during the inflation.

Of course, following this inflation, there is a retraction of the preform in the axial direction (foreshortening).

20 The injection of resin is done when the inflation is completed.

To do this, the pump 5 is started (by a control system incorporated in the part 2). This pump removes the ambient liquid present in the conduit **C** and forces it into the reservoir 3, under the piston 4.

This piston is therefore pushed upward (arrow **F**, Figure 7), in turn forcing all of the resin 7 into the fibrous layer 11.

25 The curing of the resin can then be done by providing heat.

As explained in WO 94/25655, this heating can be done in particular by the Joule effect, some of the wires comprising the braided layer 11 being heating wires that are fed with electrical energy from the control tool 2.

30 When the curing is completed, the tool is deflated and extracted from the hardened preform, which remains fast against the conduit **C**, as described in the above-mentioned document.

The reservoir in Figure 10 is distinguished essentially from the one just described, by the fact that it has two parallel compartments 34a, 34b, each containing a movable piston 4a, 4b, respectively.

The reservoir 34a contains a resin 7a, the curing of which is done by chemical reaction when it is mixed with a reactive component (hardener or catalyzer) 7b contained in the reservoir 34b.

5        The channel 60 connecting the pump 5 to the reservoir 3 has a bifurcation, the branches 60a, 60b of which are associated with the pistons 4a, 4b, respectively; the outlet channels 32a, 32b of each reservoir join to form the outlet channel 32 that connects to the above-mentioned channel 14.

10        Thus, when the pistons 4a and 4b are moved upward under the effect of the liquid coming from the valve 61 or the pump 5, they simultaneously force the resin and the hardener, the mixture of these two components being distributed in the layer 11 in order to impregnate the filament reinforcement.

The hardening therefore occurs after injection of these two components. The reaction can be activated by supplying heat furnished by the installation tool, or simply by the temperature of the well.

15        By contrast, as long as the two components are isolated in their respective compartments, there is no risk of mutual reaction and consequently no problem related to the aging of the resin or the storage of the reservoir.

It would not be going beyond the scope of the invention to provide a device equipped with a pump that could be used both to inflate the preform and to inject the resin.

Moreover, it would be possible to attach the reservoir to the proximal end, that is, to the upper part of the preform, and not to its distal end.

20        Finally, for a heat-setting resin, it is not always necessary that the device have heating means; in some cases the temperature of the well itself is sufficient for polymerization to occur.

## CLAIMS

1. Method of casing a well or conduit (C) by means of a flexible sleeve-shaped preform that is radially expandable and/or unfoldable, by inflation under the effect of an internal pressure (P), the wall of which has a filament reinforcement (11) embedded in a fluid resin (7) that can be cured in situ by polymerization, characterized by the fact that this resin (7) is also injected in situ, after the preform has been positioned inside the well or conduit (C).

2. Method according to claim 1, characterized by the fact that the resin is injected after inflation and/or unfolding of the preform.

3. Device for casing a well or conduit (C) by means of a flexible sleeve-shaped preform that is radially expandable, inflatable under the effect of an internal pressure (P), the wall of which has a filament reinforcement (11), characterized by the fact that it has at least one reservoir (3) containing a fluid resin (7) curable by polymerization, means (32; 14) being provided that enable this resin (7) to be injected in situ into said wall in order to impregnate the filament reinforcement (7) [sic: (11)].

4. Device according to claim 3, characterized by the fact that said means of injecting the resin (7) include an extruder piston (4).

5. Device according to either of claims 3 or 4, characterized by the fact that said means of injecting the resin include a pump (5).

6. Device according to any of claims 3 to 5, characterized by the fact that it has an extractable expansion tool (10) around which the preform is attached.

7. Device according to any of claims 3 to 6, characterized by the fact that the filament reinforcement (11) is composed of textile or metallic fibers.

8. Device according to claims 4 and 5 taken in combination, characterized by the fact that said pump (5) is suitable for withdrawing the ambient liquid in the well or conduit and for operating said piston (4), via a duct (60) that is fitted with a non-return valve (61).

9. Device according to any of claims 3 to 8, characterized by the fact that said resin is heat-setting.

10. Device according to any of claims 3 to 8, characterized by the fact that said reservoir (3) has two compartments (34a, 34b) containing, respectively, a resin (7a) that is curable by chemical reaction and a hardener or catalyst (7b)

to which this resin reacts, means (5; 4a; 4b; 32a, 32b; 32; 14) enabling the simultaneous injection of these two components into the wall of the preform.

11. Device according to any of claims 3 to 8, characterized by the fact that the reservoir (3) is independent of the preform and its inflation system, connection means (31, 10C, 16) making possible  
5 their mutual assembly prior to insertion into the well or conduit (C).

12. Device according to any of claims 3 to 8, characterized by the fact that it is provided with at least one valve (320) through which the resin is injected.

13. Device according to claims 6 and 11 taken in combination, characterized by the fact that said reservoir (3) is attached to said extractable expansion tool (10).

10 14. Device according to claim 12, characterized by the fact that said reservoir (3) has a generally tubular shape and is coaxially attached to one end of the expansion tool (10).

[see original for figures]

**French Republic**  
National Institute  
of Industrial Property

2780751  
National Reg. No.

**PRELIMINARY SEARCH REPORT**  
established on the basis of the latest claims  
filed before the commencement of research

FA 559580  
FR 9808781

| DOCUMENTS CONSIDERED TO BE PERTINENT  |  | Concerned claims<br>from the examined<br>application |
|---|--|--|
| Category  | Citation of the document with indication, if needed,<br>of the pertinent parties   |  |
| X   | WO 96 01937 A (DRILLFLEX; JEAN LOUIS SALTEL<br>(FR); FREDERIC SIGNORI (FR))<br>25 January 1996<br>* page 5, line 1-3 *<br>* page 5, line 7-10 *<br>* page 6, line 1-9 *<br>* Figures 5, 6 *  | 1, 3, 9  |
| A   | WO 94 25655 A (DRILLFLEX; ERIC BERTET (FR);<br>JEAN-MARIE GUEGUEN (FR); JEAN SALTEL)<br>10 November 1994<br>* the whole document *   | 1, 3   |
| A   | WO 96 21083 A (JEAN LOUIS SALTEL; DRILLFLEX<br>(FR); JAMES LEIGHTON (FR))<br>11 July 1996<br>* the whole document *  | 1, 3   |
| A   | FR 2 737 533 A (DRILLFLEX) 7 February 1997<br>* the whole document *   | 1, 3   |
| A   | J.L. SALTEL ET AL.: "In-Situ Polymerisation of an<br>Inflatable Composite Sleeve to Reline Damaged Tubing<br>and Shut-Off perforation"<br>OFFSHORE TECHNOLOGY CONFERENCE,<br>HOUSTON, TEXAS (SPE 8202) 6 May 1996, pages<br>487-495, XP002095143<br>* the whole document * | 1, 3   |
| -----   |  |  |
| Date of Search Completion<br>1 March 1999   |  | Examiner<br>A. Schouten                              |
| CATEGORY OF DOCUMENTS CITED   |  |  |
| X : particularly pertinent by itself<br>A : pertinent with respect to at least one claim<br>or general technological background |  |  |

TECHNICAL DOMAINS  
SEARCHED (Int. Cl.  
[illegible])  
E21B



TRANSPERFECT TRANSLATIONS

### AFFIDAVIT OF ACCURACY

I, Kim Stewart, hereby certify that the following is, to the best of my knowledge and belief, true and accurate translations performed by professional translators of the following patents from French to English:

WO 99/25951

WO 97/06346

WO 96/21083

WO 96/01937

WO 94/25655

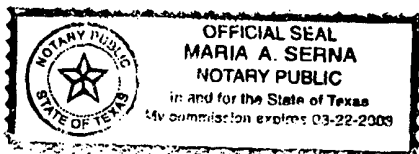
2 780 751(98 08781)

2 717 855(94 03629)

Kim Stewart  
TransPerfect Translations, Inc.  
3600 One Houston Center  
1221 McKinney  
Houston, TX 77010

ATLANTA  
BOSTON  
BRUSSELS  
CHICAGO  
DALLAS  
DETROIT  
FRANKFURT  
HOUSTON  
LONDON  
LOS ANGELES  
MIAMI  
MINNEAPOLIS  
NEW YORK  
PARIS  
PHILADELPHIA  
SAN DIEGO  
SAN FRANCISCO  
SEATTLE  
WASHINGTON, DC

Sworn to before me this  
23rd day of January 2002.

  
Signature, Notary Public

Stamp, Notary Public

Harris County

Houston, TX